RESEARCH HIGHLIGHT

May 2005

Technical Series 05-103

ASSESSMENT OF THE ENERGY PERFORMANCE OF TWO GAS COMBO-HEATING SYSTEMS

INTRODUCTION

Natural-gas-fired combination water-heating/space-heating systems, usually called "combo systems," consist of a hot water tank connected to an air handler/fan coil to supply both forced-air space heating and domestic hot-water heating.

Different manufacturers often supply combo system components and installation practices are variable. These systems are rapidly gaining a share of the residential market, even though there is little infrastructure to support design, installation and servicing.

Although there are assessment standards for individual components of combo systems, there are no specific standards to assess their combined performance and no comparisons to other traditional heating methods.

This research project aimed to establish performance benchmarks for different types of residential combo systems. Objectives included:

- Developing testing procedures for combo systems.
- Benchmarking the performance of a power-vented water heater with air-handler unit—a typical combo system.
- Benchmarking the performance of a high-efficiency combo system—for example, a high-efficiency, condensing water heater with air-handler unit.
- Comparing the performance of these systems with each other and to a high-efficiency furnace and a separate, conventional, power-vented water heater.

RESEARCH PROGRAM

In late 1999, Enbridge Consumers Gas, Union Gas Limited and Natural Resources Canada set up a research project with the Advanced Combustion Technologies Laboratory (ACT), Canadian Gas Research Institute (CGRI) and the Canadian Centre for Housing Technology (CCHT) to assess the relative energy performance of different natural gas-fired combo systems.

The project assessed two combo systems. Combo 1 included a conventional, power-vented water heater. Combo 2 incorporated a high-efficiency condensing water heater. These water heaters, described in Table 1, were integrated with an air-handler unit with rated output of 21.4 kW (73,000 Btu/h).

Characteristic	Benchmark water heater	Combo 1	Combo 2	Benchmark furnace
Tank size/capacity—Litres (U.S. gal.)	189 (50)	189 (50)	129 (34)	
Burner capacity—kW (BTU/hr)	19.1 (65,000)	23.5 (80,000)	29.3 (100,000)	14.7 (50,000)
Efficiency	67%	73%	93%	91%

Table 1—Key characteristics of the combos and benchmark equipment

Canada

CMHC SCHL
HOME TO CANADIANS

Both systems were evaluated at the Canadian Gas Research Institute's (CGRI's) laboratory to establish links between rated efficiencies and actual performance in the lab. Identical systems were then installed at the CCHT's test house facility to assess performance at typical operating conditions.

60°C (140°F) 50°C (122°F) 276 L (60.7 gal.) 566 L/s (1200 cfm) 344 L/s (730 cfm).

To evaluate the performance of a new technology, the CCHT twin-houses are first benchmarked under identical conditions, and then a single element is changed in the "Test" house. For this project, the combo systems were connected in parallel in the Test House and operated on alternating weeks in order to take advantage of varying outdoor conditions. Throughout the combo experiments, the Reference House operated a high efficiency condensing furnace and a conventional power-vented water heater as specified in Table 1. The Test House operated under these same reference conditions throughout the benchmarking period.

A total of 32 days of testing for Combo 1, and 40 days of testing for Combo 2 were completed from February to May 2000 at the CCHT. Return and supply air temperatures, water temperatures, water flow rate, electrical consumption and gas consumption were monitored in both houses. Field operation efficiencies were calculated on a daily basis.

The combo water temperature was set to approximately 60°C (140°F) for both combos, and a common mixing valve was installed on the hot water supply line of both combo systems and set to 50°C (122°F). The benchmark hot water heater was set to 50°C (122°F). The total daily hot water draw was approximately 276 L (60.7gal.); composed of controlled shower, clothes washer, dishwasher, bath and kitchen tap draws.

Approximately halfway through the test period, an adjustment was made to the air handler airflow rate in the Test House to improve the heat exchange effectiveness of the air handler coil. The airflow rate at heating speed was increased from 344 L/s (730 cfm) to 566 L/s (1200 cfm). The Combo systems were evaluated and compared at the two different speed settings.

FINDINGS

Some of the major findings of the combo experiments in the CCHT houses were:

Combo 1

- Increasing the airflow rate through the heating coil in the air circulation duct showed no statistical change in Combo 1 consumption
- Space-heating load did not affect domestic hot water delivery. Supply water to the mixing valve during water draws was between 50°C (122°F) and 58°C (136°F) in most cases.
- House space-heating demand was satisfied during the test period, maintaining house temperatures near the thermostat set point on even the coldest days (see Figure 2).
- The conventional water heater of this combo gained efficiency in combined water- and space-heating mode. The combined efficiency was highly dependent on the relationship between space- and water-heating loads—ranging from 55 per cent on warm days to 80 per cent on the coldest days.
- In warmer periods, this combo outperformed the benchmark configuration

Combo 2

- Increasing the airflow rate through the heating coil in the air circulation duct resulted in additional savings in consumption over the low airflow configuration
- Hot water draws were handled without any significant drop in water temperature—supply water to the mixing valve during water draws was between 52°C (125.6°F) and 57°C (134.6°F).
- The highest efficiencies were achieved in water heating mode only—when undiluted cold supply water condenses more out of the combustion products than the warmer water returning from the air handler.
- Combo 2's performance was comparable to that of the high-efficiency furnace during heavy space-heating demand (combined efficiency of 85 per cent). In milder conditions, Combo 2 outperformed the reference system in combined efficiency. This difference is largely attributable to differences in the efficiencies of the two water heaters.

Combo 1 vs. Combo 2

The results obtained from the combo system tests at the CCHT were in line with the results from the CGRI laboratory tests. Throughout the project, both combo systems were able to satisfy the space heating and water heating demands of the Test House. In terms of energy use, Combo 2 outperformed Combo 1 by about 12 to14 per cent. The Combo 2 system also surpassed the Combo 1 system in satisfying simultaneous demands for space-heat and hot water. This superior performance was attributed to higher heat output of the burner and the narrower deadband of the water heater aquastat.

106-03165/

CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS FOR THE HOUSING INDUSTRY

The calculated efficiencies for the two combo systems during heavy space-heating demands were well in line with the combined annual efficiency (CAE) claimed by the manufacturers. Laboratory and field tests at the CCHT have demonstrated that Combo systems can meet real-life demands for combination space- and water-heating loads in a dwelling. The use of the mixing valve permits the higher water-heater aquastat setting, providing space heating while still ensuring that hot water demands for domestic use are met with only small variations in the supply temperature.

As the first side-by-side testing completed at the CCHT, this project also demonstrated the capabilities of the twin-house facility to evaluate new technologies.

A full report on this project is available from the Canadian Centre for Housing Technology at http://www.ccht-cctr.gc.ca

Figure 1— Combo system water heaters installed parallel to the reference water heater

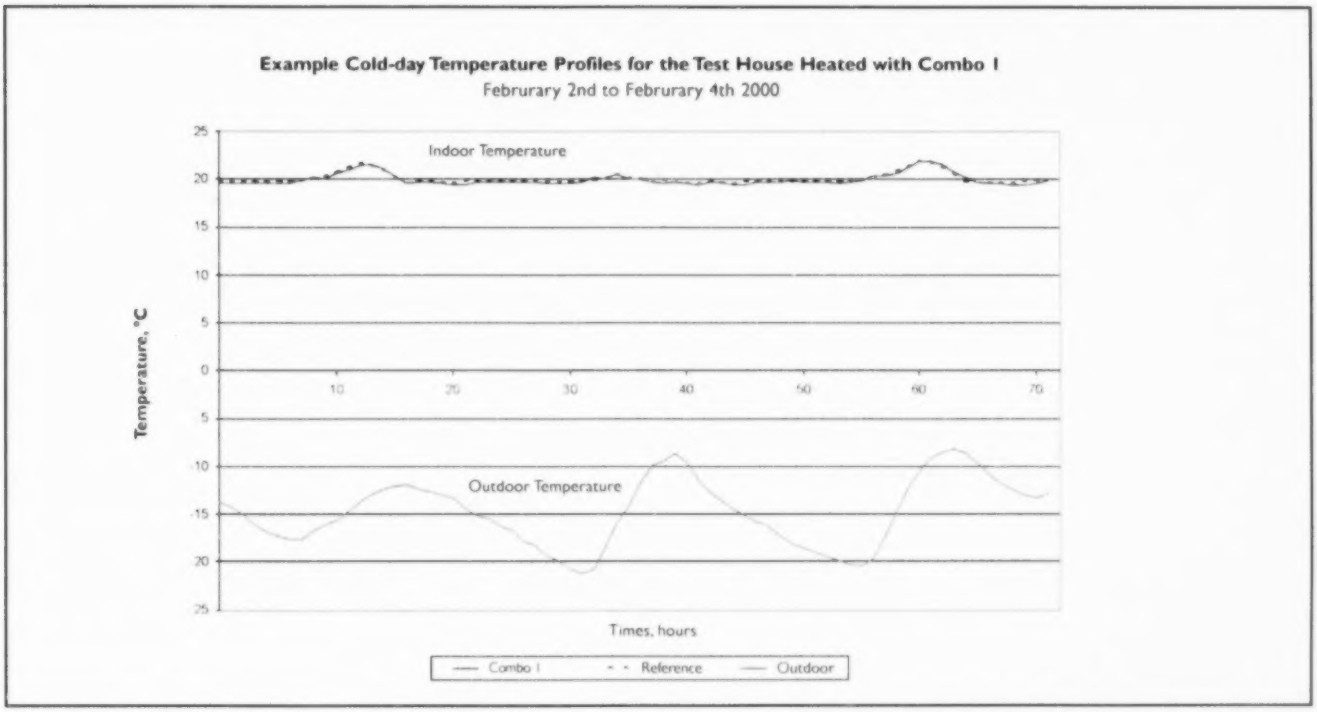

Figure 2—Example of indoor and outdoor temperatures in the test house during a cold period with the Combo I heating system

The Canadian Centre for Housing Technology

Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC), The National Research Council (NRC) and Natural Resources Canada (NRCan) jointly operate the Canadian Centre for Housing Technology (CCHT).

CCHT is a unique research, testing and demonstration resource for innovative technology in housing. CCHT's mission is to accelerate the development of new housing technologies and their acceptance in the marketplace.

CCHT operates a Twin-House Research Facility, which offers an intensively monitored, real-world environment. Each of the two identical, two-storey houses has a full basement. The houses, 223 m² (2,400 sq. ft.) each, are built to R-2000 standards.

For more information about the CCHT Twin-House Research Facility and other CCHT capabilities, visit http://www.ccht-cctr.gc.ca.

Lead Researchers: Dr. Evgueniy Entchev, Advanced Combustion Technologies Laboratory; Mike Swinton, National Research Council Canada

CMHC representative on the CCHT Technical Research Committee: Ken Ruest

Housing Research at CMHC

Under Part IX of the *National Housing Act*, the Government of Canada provides funds to CMHC to conduct research into the social, economic and technical aspects of housing and related fields, and to undertake the publishing and distribution of the results of this research.

This fact sheet is one of a series intended to inform you of the nature and scope of CMHC's research.

To find more *Research Highlights* plus a wide variety of information products, visit our Web site at

www.cmhc.ca

or contact:

Canada Mortgage and Housing Corporation
700 Montreal Road
Ottawa, Ontario
K1A 0P7

Phone: 1 800 668-2642
Fax: 1 800 245-9274

©2005, Canada Mortgage and Housing Corporation
Printed in Canada
Produced by CMHC 16-05-05

OUR WEB SITE ADDRESS: www.cmhc.ca

Although this information product reflects housing experts' current knowledge, it is provided for general information purposes only. Any reliance or action taken based on the information, materials and techniques described are the responsibility of the user. Readers are advised to consult appropriate professional resources to determine what is safe and suitable in their particular case. Canada Mortgage and Housing Corporation assumes no responsibility for any consequence arising from use of the information, materials and techniques described.

63836

LE POINT EN RECHERCHE

Mai 2005 Série technique 05-103

ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DE DEUX SYSTÈMES DE CHAUFFAGE INTÉGRÉS ALIMENTÉS AU GAZ

INTRODUCTION

Les systèmes intégrés de chauffage des locaux et de l'eau alimentés au gaz naturel font appel à un réservoir d'eau chaude relié à un appareil de traitement de l'air et à un ventilo-convecteur assurant le chauffage à air pulsé des locaux et le chauffage de l'eau domestique.

Différents fabricants offrent souvent des composants de systèmes intégrés, mais les méthodes d'installation varient. Ces systèmes gagnent rapidement en popularité au sein du marché résidentiel, malgré le peu d'infrastructure pour en soutenir la conception, l'installation et l'entretien.

Des normes d'évaluation visent les composants individuels des systèmes intégrés, mais aucune norme particulière ne traite de la performance du système intégré ni n'établit de comparaison avec les autres techniques de chauffage traditionnelles.

La présente recherche visait à établir des repères de performance pour différents types de systèmes intégrés résidentiels. En voici les objectifs :

- Mettre au point des méthodes de mise à l'essai des systèmes intégrés.
- Établir des repères à l'égard de la performance d'un chauffe-eau à tirage induit relié à un appareil de traitement de l'air, soit le système intégré type.
- Établir des repères à l'égard de la performance d'un système intégré à haute efficacité, par exemple un chauffe-eau à condensation relié à un appareil de traitement de l'air.
- Comparer la performance de ces systèmes avec celle d'un générateur de chaleur à haute efficacité et d'un chauffe-eau distinct, conventionnel, à tirage induit.

PROGRAMME DE RECHERCHE

Vers la fin de 1999, Enbridge Consumers Gas, Union Gas Limited et Ressources naturelles Canada ont mis sur pied un projet de recherche de concert avec le laboratoire du Groupe des techniques avancées de combustion (TAC), l'Institut canadien des recherches gazières (ICRG) et le Centre canadien des recherches résidentielles (CCTR) dans le but d'évaluer la performance énergétique de différents systèmes intégrés alimentés au gaz naturel.

La recherche a porté sur deux systèmes intégrés. Le premier comportait un chauffe-eau conventionnel, à tirage induit. Le deuxième faisait appel à un chauffe-eau à condensation, à haute efficacité. Ces chauffe-eau, dont fait état le tableau 1, ont été reliés à un appareil de traitement de l'air d'une puissance nominale de 21,4 kW (73 000 Btu/h).

Caractéristique	Chauffe-eau témoin	Système intégré n° 1	Système intégré n° 2	Générateur de chaleur témoin
Capacité du réservoir, en litres (gallons US)	189 (50)	189 (50)	129 (34)	
Capacité du brûleur, en kW (BTU/h)	19,1 (65 000)	23,5 (80 000)	29,3 (100 000)	14,7 (50 000)
Efficacité	67 %	73 %	93 %	91 %

Tableau 1 — Caractéristiques clés des systèmes intégrés et du matériel témoin

Canada

SCHL CMHC
AU CŒUR DE L'HABITATION

Les deux systèmes ont été évalués au laboratoire de l'Institut canadien des recherches gazières (ICRG) en vue d'établir les liens entre l'efficacité cotée et la véritable performance obtenue en laboratoire. Des systèmes identiques ont ensuite été installés dans la maison d'essai du CCTR pour juger de leur performance dans des conditions de fonctionnement types :

Pour évaluer la performance d'une nouvelle technologie, on soumet d'abord les maisons jumelles du CCTR à des conditions identiques, puis on modifie un seul élément de la maison d'essai. Dans cette recherche, les systèmes intégrés ont été reliés en parallèle dans la maison d'essai en alternant leur fonctionnement d'une semaine à l'autre de façon à tirer parti des différences conditions extérieures. Pendant toute la durée des essais des systèmes intégrés, la maison témoin a été reliée à un générateur de chaleur à condensation à haute efficacité et à un chauffe-eau conventionnel, à tirage induit, selon les indications du tableau 1. La maison d'essai a subi les mêmes conditions repères pendant toute la période d'évaluation des performances.

En tout, 32 jours d'essais du système intégré n° 1 et 40 jours d'essais du système intégré n° 2 ont été effectués de février à mai 2000 au CCTR. Les températures de l'air de reprise et de l'air fourni, la température de l'eau, le débit d'eau, la consommation d'électricité et de gaz ont fait l'objet d'un contrôle dans les deux maisons. L'efficacité du fonctionnement sur place a été calculée quotidiennement.

La température de l'eau des deux systèmes intégrés a été réglée à 60 °C (140 °F) et un robinet mélangeur commun a été installé sur la canalisation d'alimentation en eau chaude des deux systèmes intégrés et réglé à 50 °C (122 °F). Le chauffe-eau témoin a été réglé à 50 °C (122 °F). La demande quotidienne totale d'eau était de 276 L (60,7 gal.), attribuable au débit contrôlé des douches, de la lessiveuse, et des robinets de la baignoire et de la cuisine.

À peu près à mi-chemin de la période d'essai, on a rajusté le débit de l'appareil de traitement de l'air de la maison d'essai de façon à améliorer l'efficacité de l'échange d'air du serpentin de l'appareil de traitement. Le débit d'air à la vitesse du mode de chauffage est passé de 345 L/s (730 pi³/min) à 566 L/s (1 200 pi³/min). Les systèmes intégrés ont été évalués et comparés aux deux différents réglages de vitesse.

RÉSULTATS

Voici quelques-uns des principaux résultats obtenus lors de la mise à l'essai des systèmes intégrés installés dans les maisons du CCTR :

Système intégré n° 1

- Augmenter le débit d'air par le serpentin de chauffage dans le conduit de circulation d'air n'a apporté aucun changement statistique à la consommation du système intégré n° 1.
- La charge de chauffage des locaux n'a pas influé sur l'apport d'eau chaude domestique. L'alimentation en eau passant par le robinet mélangeur lors de la demande d'eau enregistrait une température variant entre 50 °C (122 °F) et 58 °C (136 °F) dans la plupart des cas.
- La demande en chauffage des locaux de la maison a été satisfaite au cours de la période d'essai, conservant la température proche du réglage fixé, même pendant les journées les plus froides (voir la figure 2).
- Le chauffe-eau conventionnel de ce système intégré a acquis de l'efficacité en mode combiné de chauffage de l'eau et des locaux. L'efficacité du système intégré dépendait largement du rapport entre les charges de chauffage de l'eau et des locaux, allant de 55 % par temps doux à 80 % les journées les plus froides.
- Par temps doux, la performance de ce système intégré a surpassé celle du modèle témoin.

Système intégré n° 2

- Augmenter le débit par le serpentin de chauffage dans le conduit de circulation d'air a entraîné des économies supplémentaires d'énergie par rapport au modèle à faible circulation d'air.
- La demande en eau chaude a été traitée sans entraîner de baisse appréciable de la température de l'eau, l'eau d'alimentation passant par le robinet mélangeur lors de la demande enregistrait une température variant entre 52 °C (125,6 °F) et 57 °C (134,6 °F).
- La plus haute efficacité a été atteinte en mode de chauffage de l'eau seulement, alors que l'alimentation en eau froide non diluée se condense davantage que l'eau chaude qui revient de l'appareil de traitement de l'air.
- La performance du système intégré n° 2 était comparable à celle du générateur de chaleur à haute efficacité pendant la forte demande en chauffage des locaux (efficacité combinée de 85 %). Par temps plus doux, le système intégré n° 2 a surpassé le système témoin en efficacité combinée. Cet écart s'explique principalement par les différences d'efficacité des deux chauffe-eau.

Système intégré n° 1 ou système intégré n° 2

Les résultats obtenus des essais effectués sur les systèmes intégrés sur les lieux du CCTR concordaient avec les résultats des essais en laboratoire de l'ICRG. Pendant toute la recherche, les deux systèmes intégrés ont été en mesure de répondre à la demande en chauffage des locaux et de l'eau de la maison d'essai. Quant à la consommation d'énergie, la performance du système intégré n° 2 a été de 12 à 14 % supérieure à celle du système intégré n° 1. Le système intégré n° 2 a également surpassé le système intégré n° 1 en satisfaisant simultanément aussi bien le chauffage des locaux que le chauffage de l'eau. Cette performance supérieure était attribuable à la production de chaleur plus forte du brûleur et à la zone morte plus étroite de l'aquastat du chauffe-eau.

CONCLUSIONS ET CONSÉQUENCES POUR LE SECTEUR DU LOGEMENT

L'efficacité calculée des deux systèmes intégrés lors de la forte demande en chauffage des locaux concordait tout à fait avec l'efficacité annuelle combinée qu'indiquaient les fabricants. Les essais effectués en laboratoire et au CCTR ont montré que les systèmes intégrés peuvent répondre aux véritables demandes des charges combinées de chauffage de l'eau et des locaux d'un logement. L'emploi d'un robinet mélangeur permet de régler à une température supérieure l'aquastat du chauffe-eau et ainsi d'assurer le chauffage des locaux et de faire en sorte que la demande en eau chaude soit satisfaite en ne faisant varier que légèrement la température de l'eau.

À mesure que les essais de systèmes côte à côte ont été effectués au CCTR, cette recherche a également prouvé la capacité des maisons jumelles à évaluer de nouvelles technologies.

Le rapport intégral de cette recherche peut s'obtenir du Centre canadien des technologies résidentielles à l'adresse http://www.ccht-cctr.gc.ca

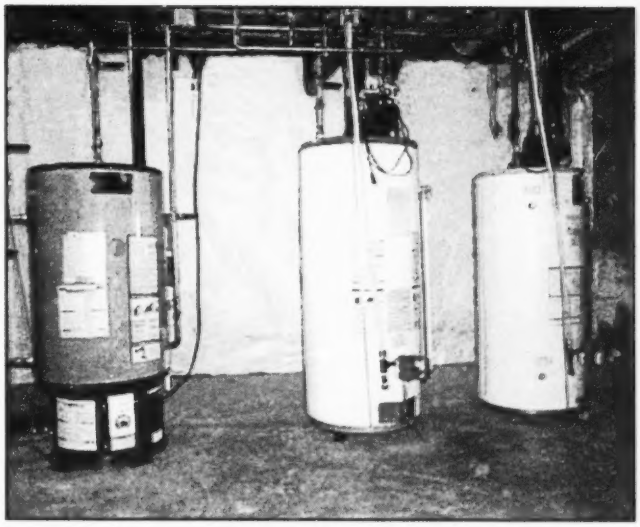

Figure 1 — Chauffe-eau des systèmes intégrés installés en parallèle avec le chauffe-eau témoin

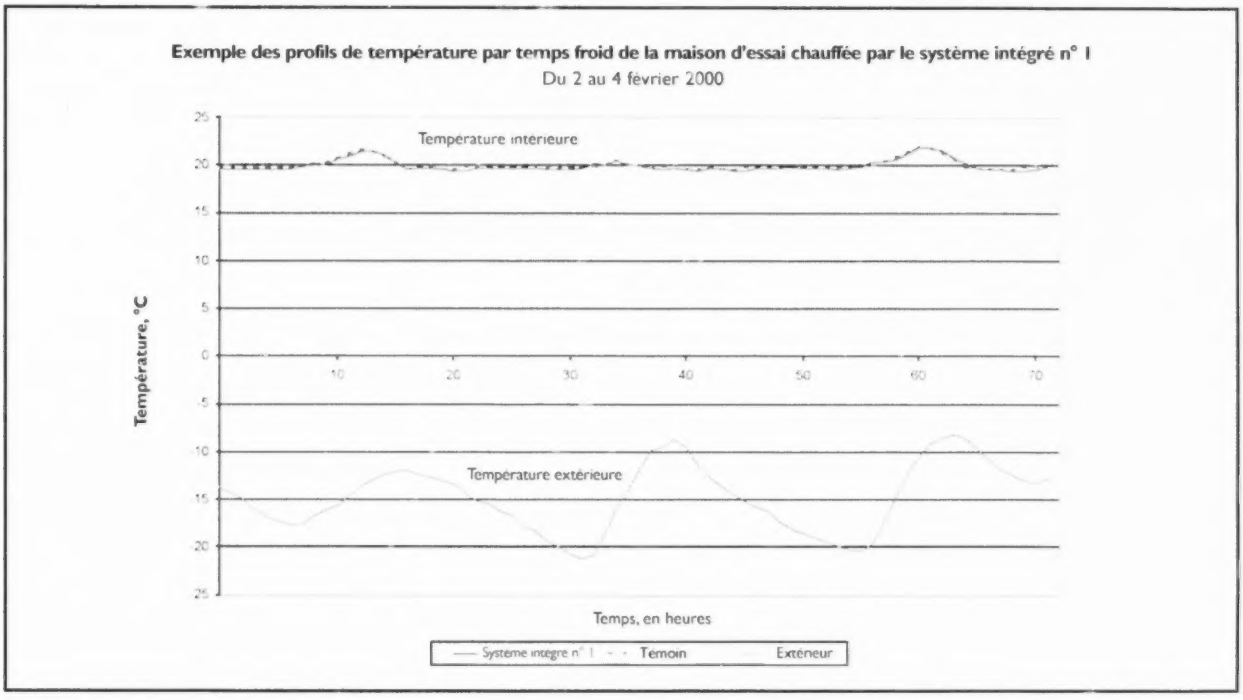
Exemple des profils de température par temps froid de la maison d'essai chauffée par le système intégré n° 1
Du 2 au 4 février 2000
Température intérieure
Température extérieure
Température, °C
Temps, en heures
Système intégré n° 1
Témoin
Extérieur

Figure 2 — Exemple de températures intérieures et extérieures de la maison d'essai équipée du système de chauffage intégré n° 1, par temps froid

Le Centre canadien des technologies résidentielles

Le Centre canadien des technologies résidentielles (CCTR) est exploité collectivement par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL), le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) et Ressources naturelles Canada (RNCan).

Le CCTR est une installation unique vouée à la recherche, la mise à l'essai et la démonstration de technologies novatrices dans le domaine de l'habitation. Il a pour mission d'accélérer le développement de nouvelles technologies résidentielles et de favoriser leur acceptation sur le marché.

Le CCTR comporte deux maisons jumelles où il est possible de procéder à des contrôles intensifs *in situ*. Chacune de ces deux maisons identiques de deux étages possède un sous-sol pleine grandeur. Les maisons comptent chacune 223 m^2 (2 400 pi^2) de surface et elles ont été construites conformément aux exigences de la norme R-2000.

Pour en savoir davantage sur les installations de recherche du CCTR et ses autres ressources, visitez le site http://www.ccht-cctr.gc.ca

Principaux recherchistes : Dr Evgueniy Entchev, Techniques avancées de combustion; Mike Swinton, Conseil national de recherches du Canada.

Représentant de la SCHL au sein du Comité de recherche technique du CCTR : Ken Ruest

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la *Loi nationale sur l'habitation*, le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets *Le Point en recherche* et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web à

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : 1 800 668-2642
Télécopieur : 1 800 245-9274

©2005, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL 15-08-05

NOTRE ADRESSE SUR LE WEB : www.schl.ca

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.

63837